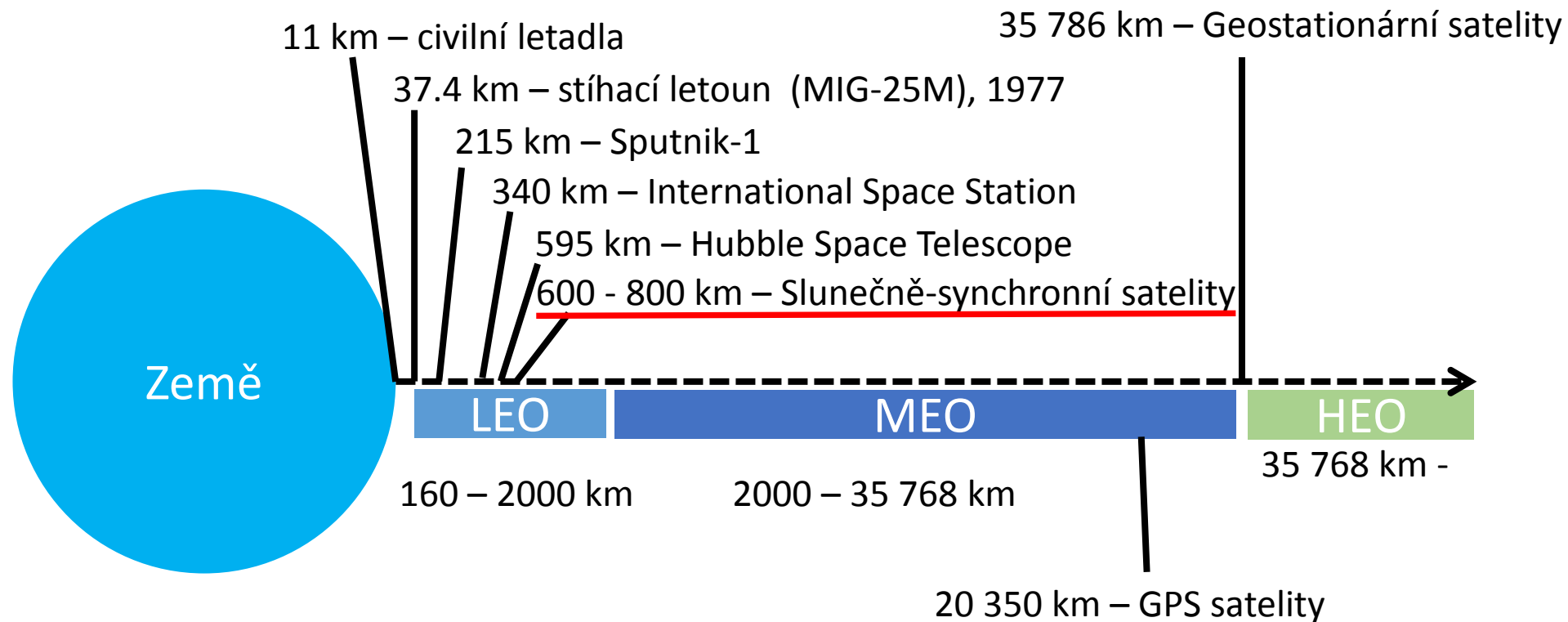


Potenciál satelitních dat Sentinel-2 pro hodnocení zdravotního stavu lesa

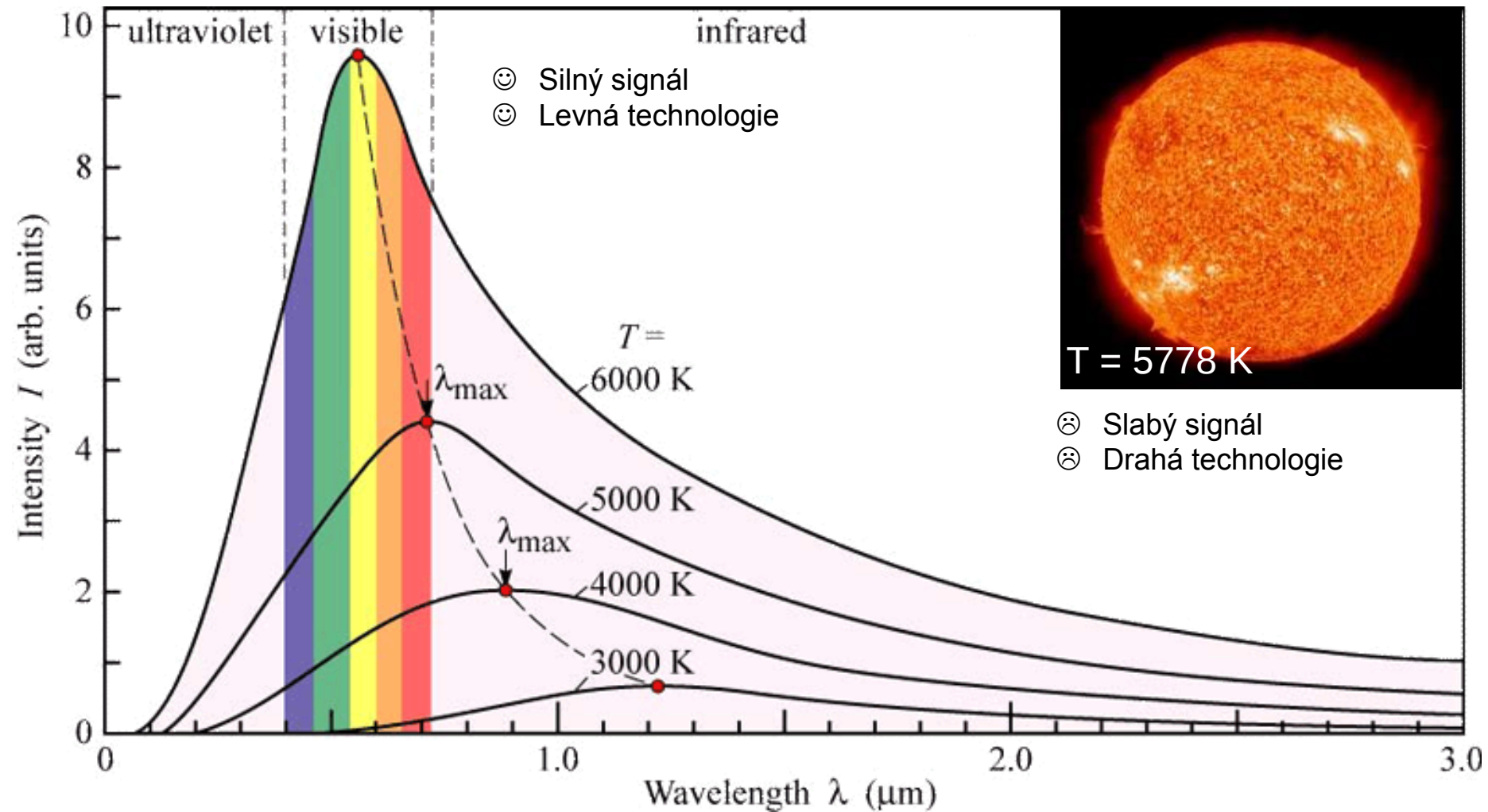


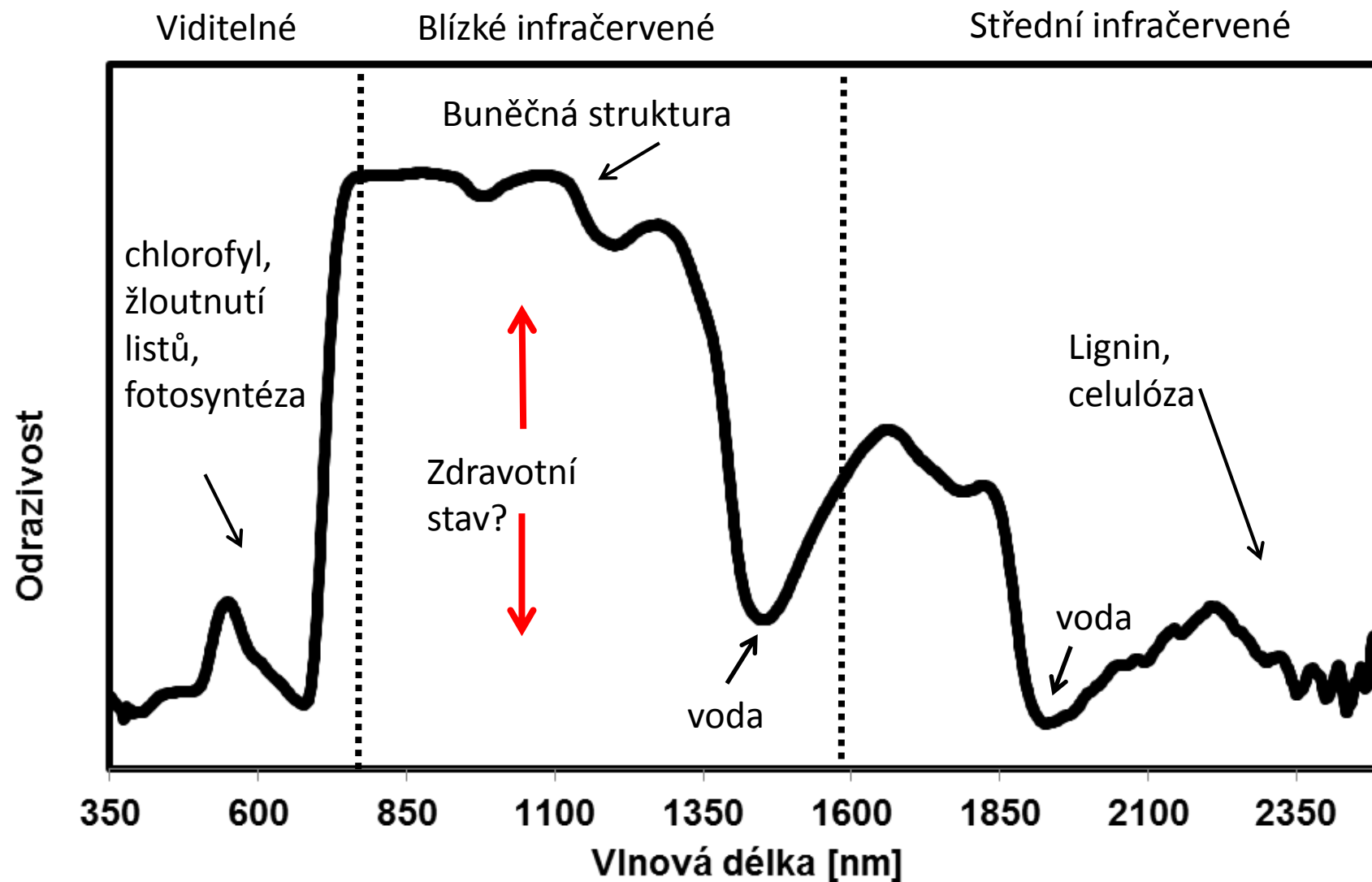
Petr Lukeš

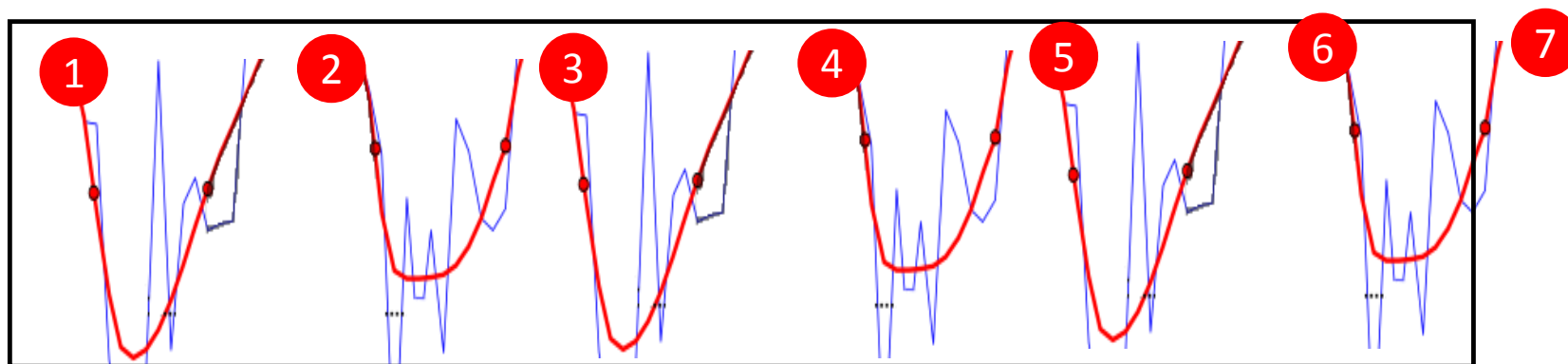
Družicová data – prostorové versus časové rozlišení



Slunce – zdroj energie pro pasivní optické satelity





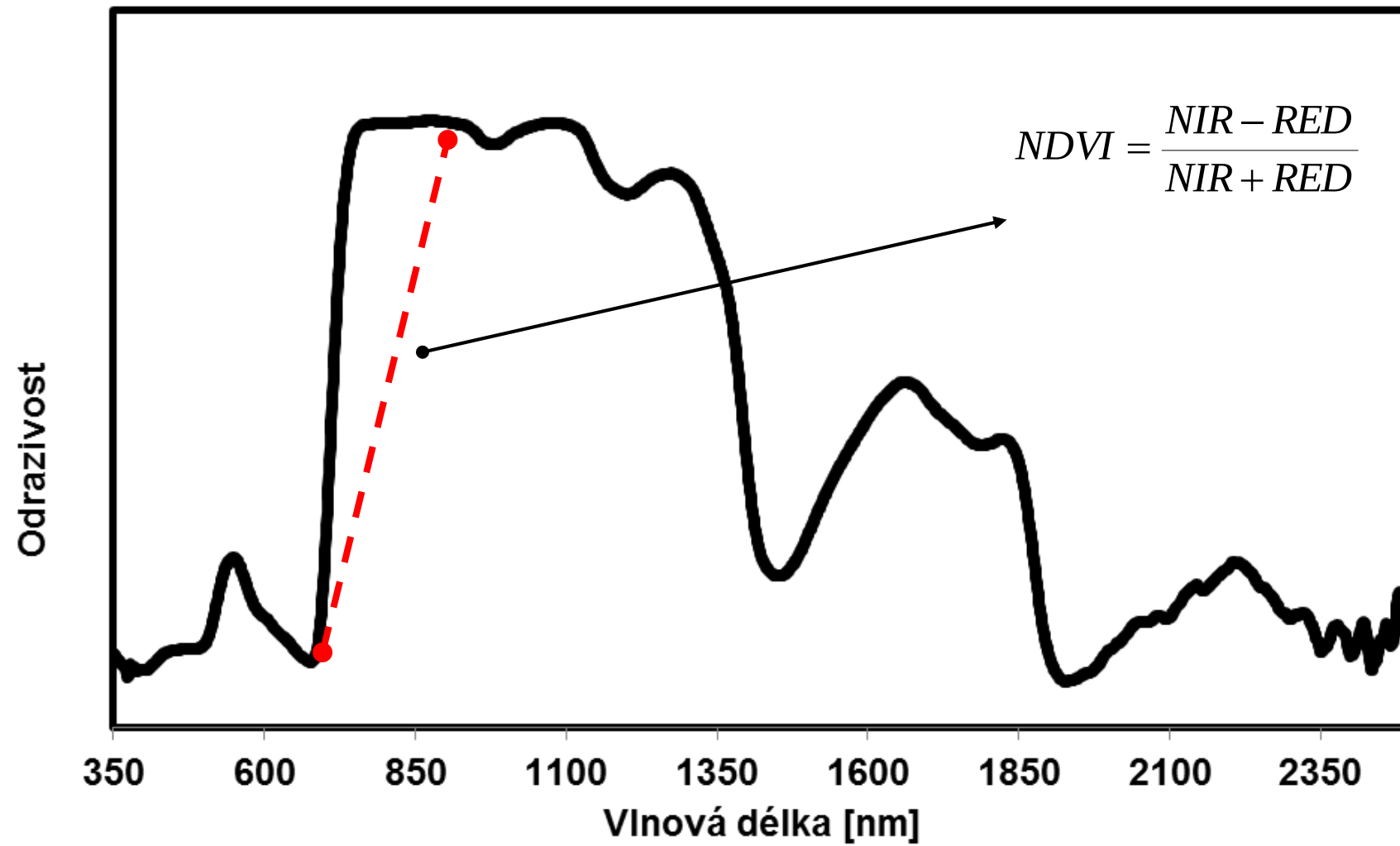


1) kumulativní suma rozdílů

$$\sum_{rok=1}^n (index_{rok+1} - index_{rok})$$

2) detekce anomálie oproti dlouhodobému průměru

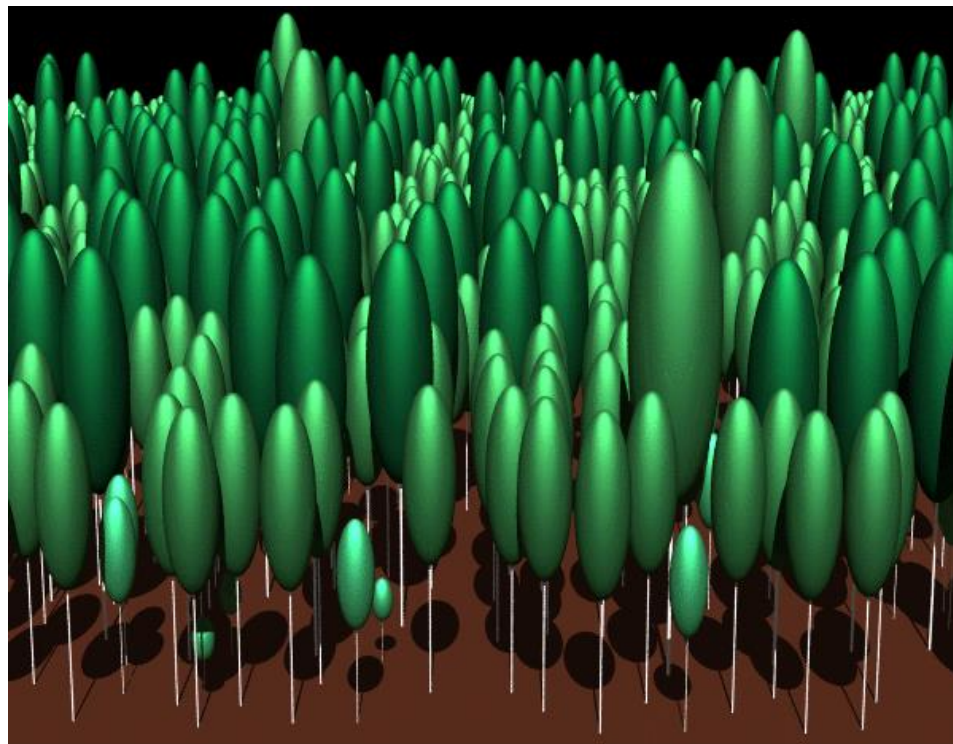
$$Anomálie = index_{2016} - průměr(index_{2000-2015})$$



Model

← fAPAR ← chlorofyl

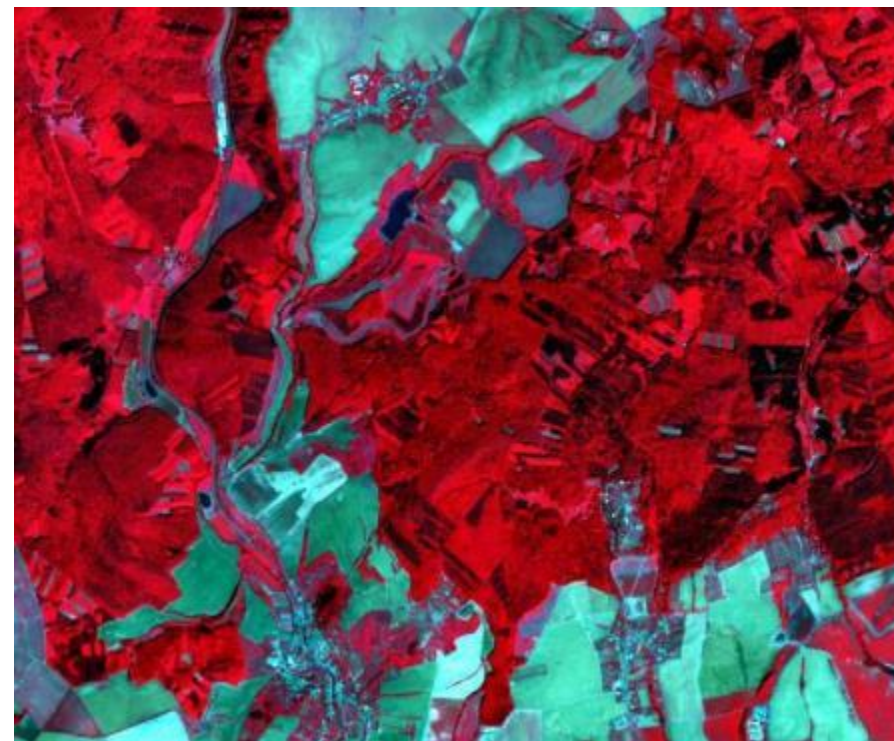
← LAI



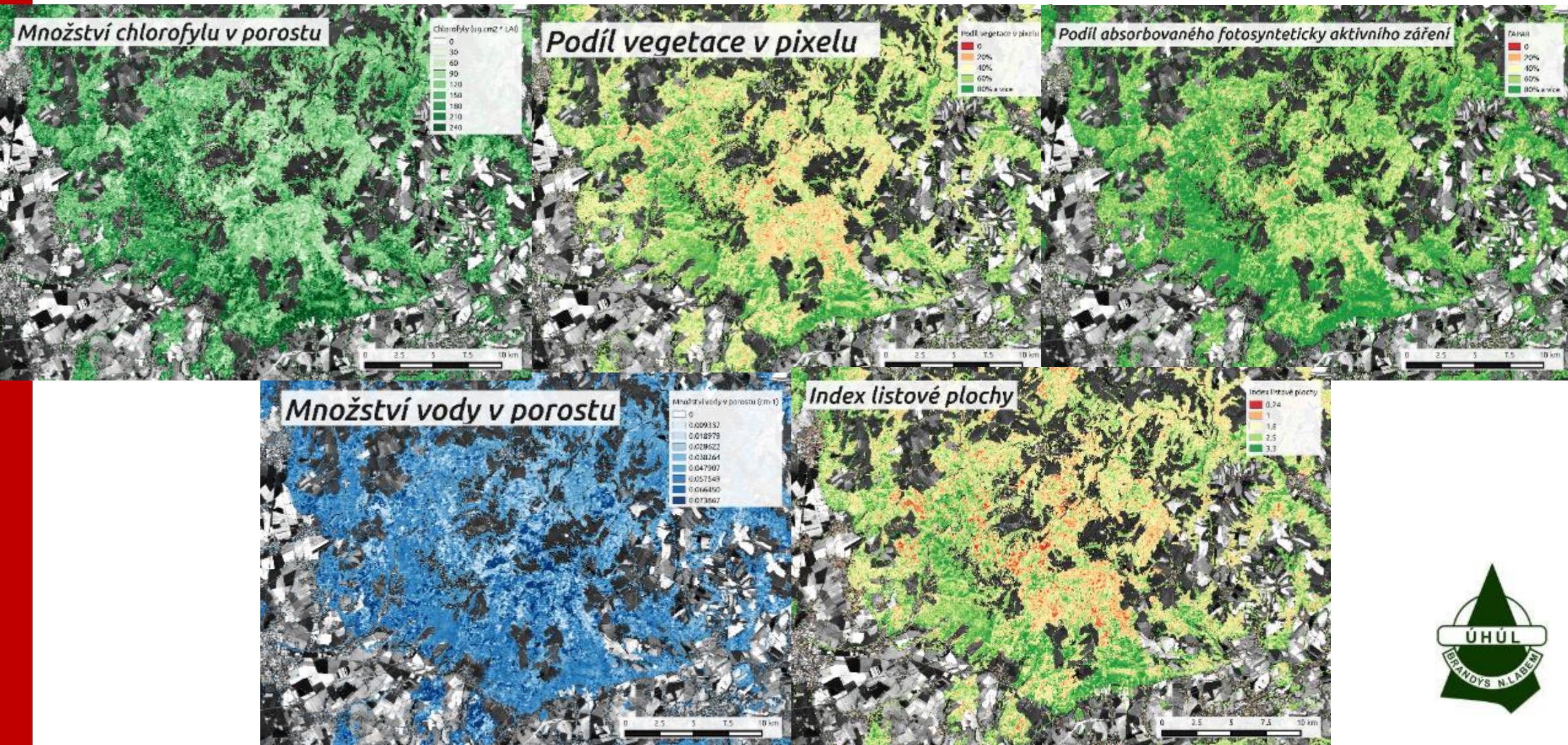
nejlepší shoda



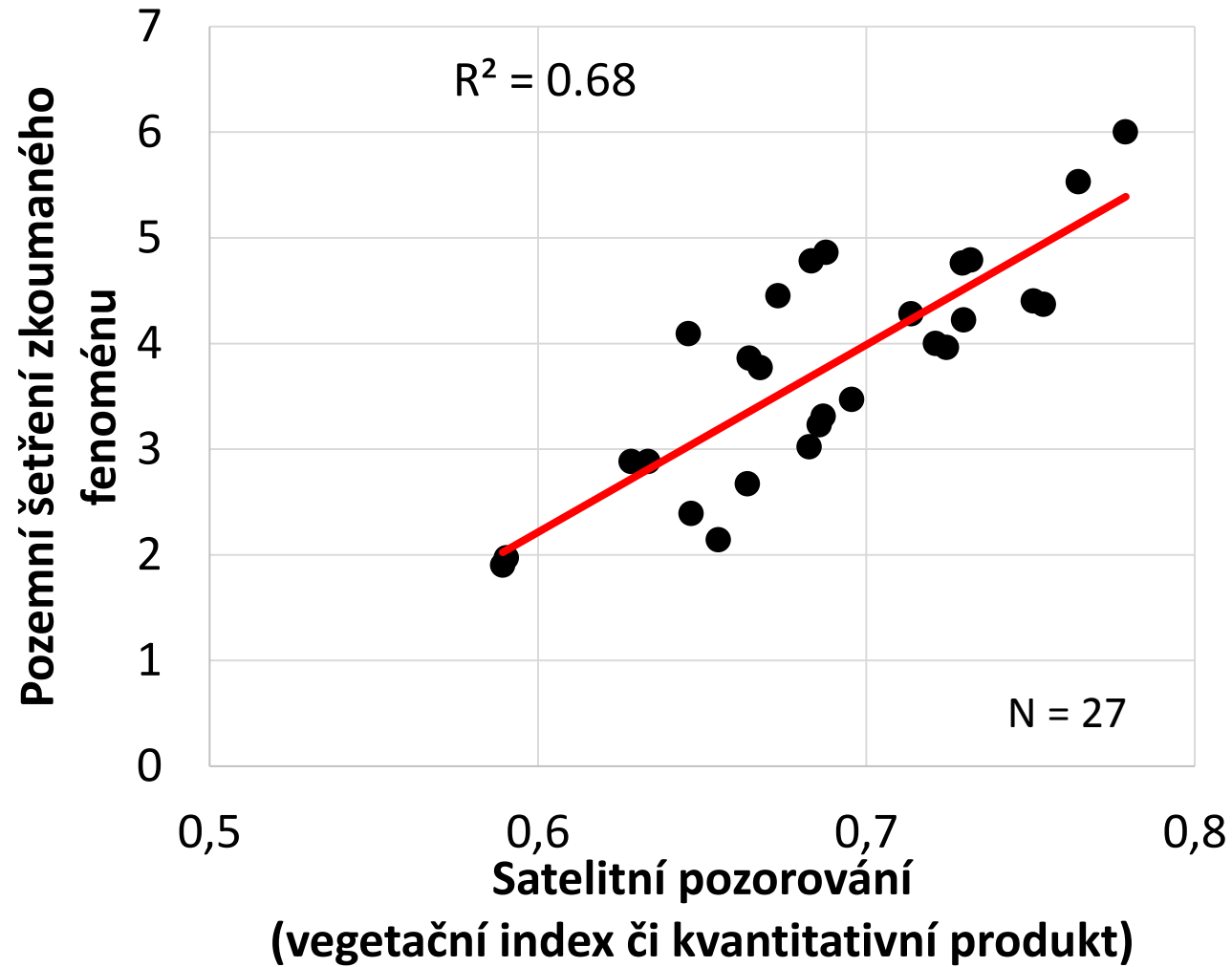
Satelitní pozorování



Kvantitativní produkty DPZ



Vztah vegetačního indexu k pozemnímu šetření





Pasivní DPZ – odrazivost povrchu ve vlnových délkách 400 – 2 500 nm

Změna odrazivosti povrchu je vázaná na změnu zdravotního stavu vegetace

K hodnocení zdravotního stavu používáme vegetační indexy, či přímo kvantitativní parametry

Musí být přímý vztah mezi satelitním pozorováním a pozemním fenoménem

Satelite Sentinel



Sentinel-1



Synthetic aperture radar (SAR)

Monitorování mořského ledu a lodních cest za každého počasí

Prostorové rozlišení 20 m

Časové rozlišení: 1 až 2 dny

Sentinel-2



Optická data ve vysokém prostorovém rozlišení

Kvantitativní produkty, krajinný pokryv, detekce změn

Prostorové rozlišení 10 m a 20 m

Časové rozlišení: až 3 dny

Sentinel-3



Optická data středního prostorového rozlišení, termální instrument, SAR

Monitorování ocenánů, teploty

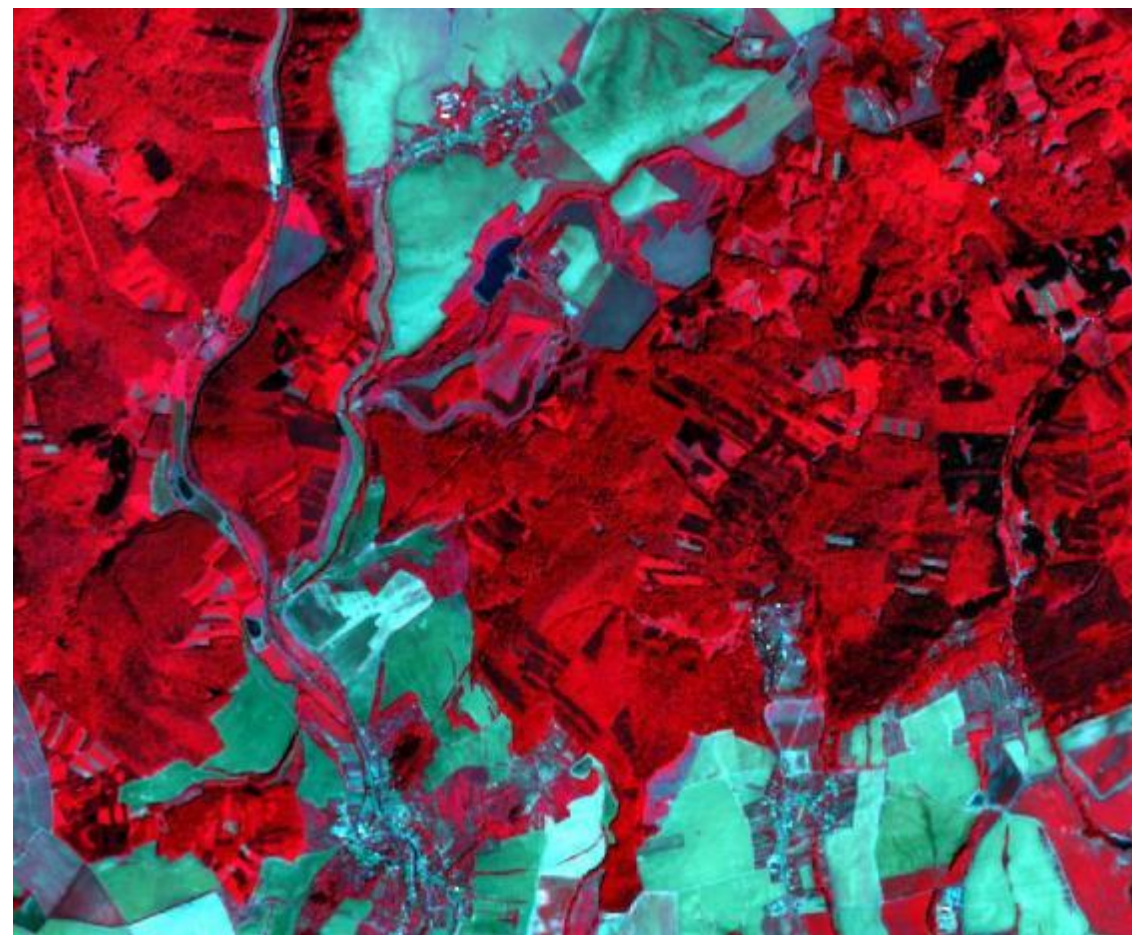
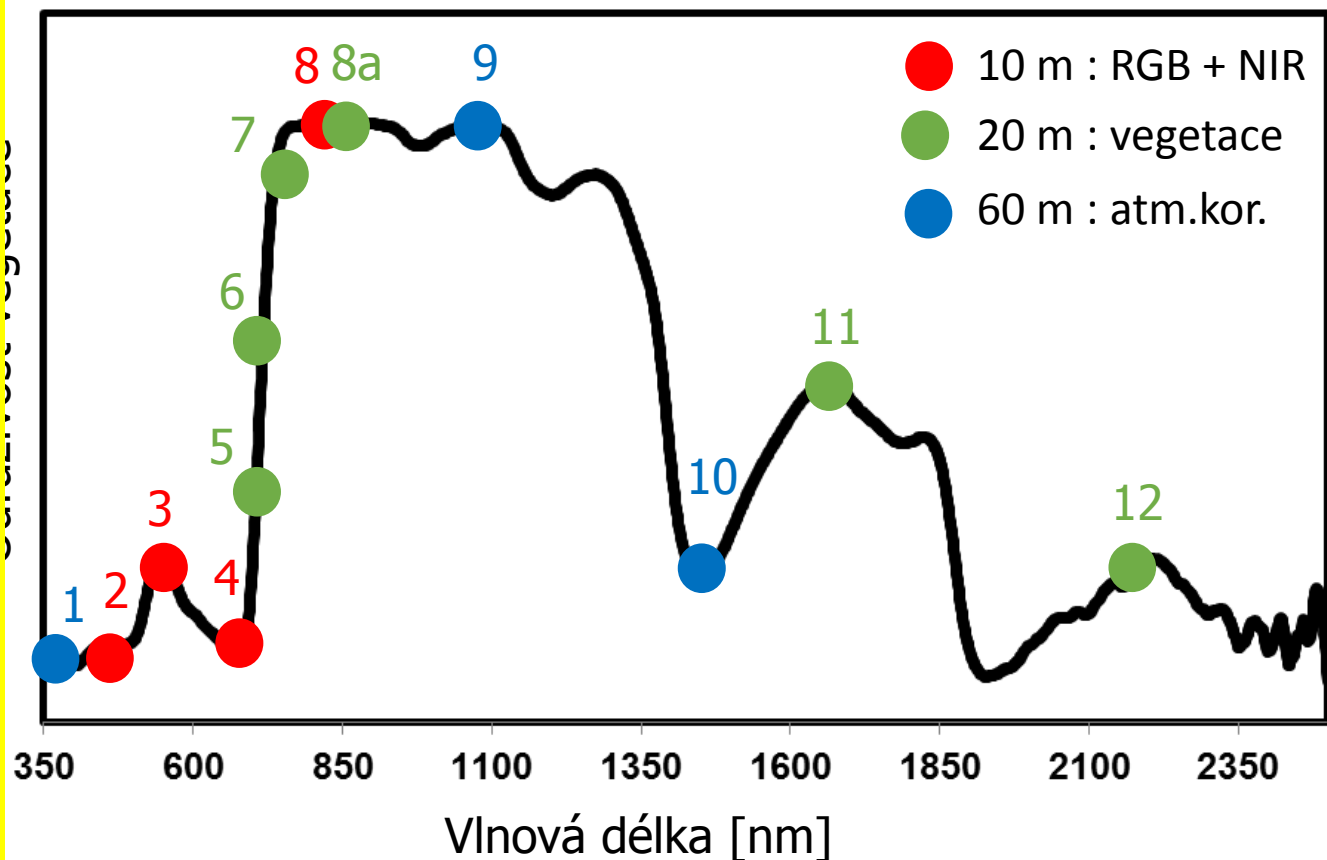
Prostorové rozlišení 300 m a 1000 m

Časové rozlišení 1 až 2 dny

Sentinel-2



- Nový satelit ESA pro pozorování Země
- Prostorové rozlišení 10 m, 20 m a 60 m
- 13 spektrálních pásem ve viditelném a infračerveném záření
- Časové rozlišení 10 dní, v konstelaci se Sentinel-2b až 3 dny



Sentinel-2: Sci-Hub



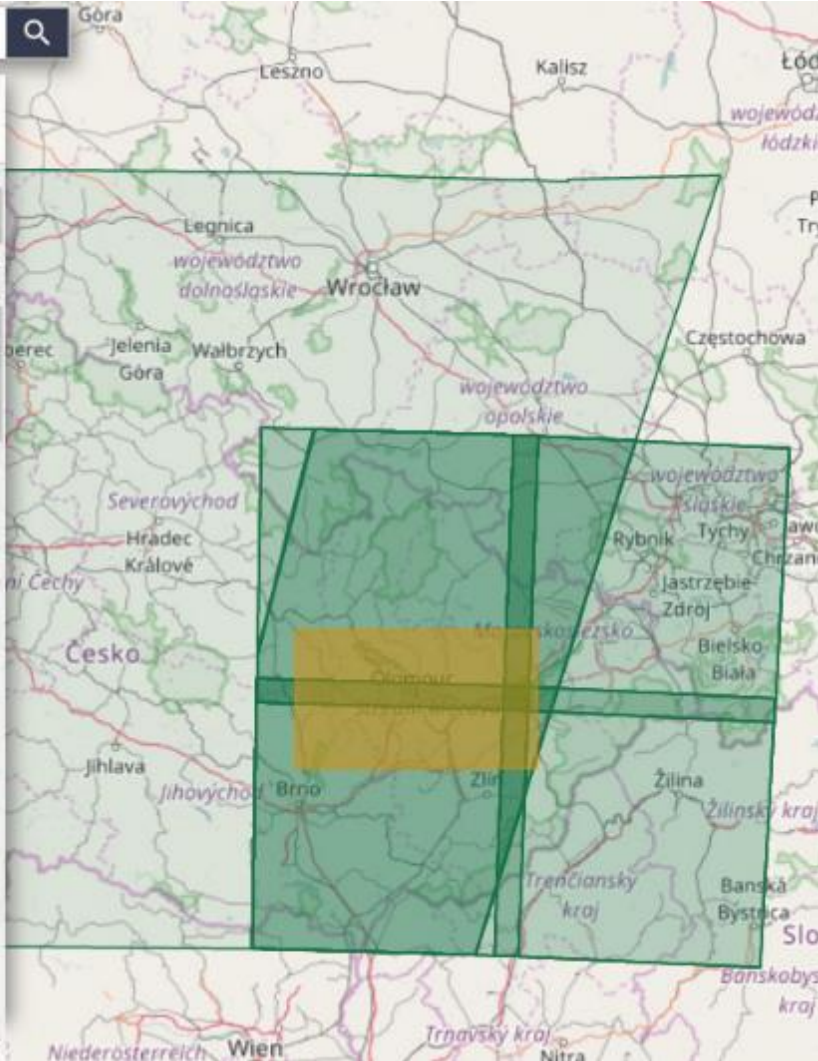
Insert search criteria...

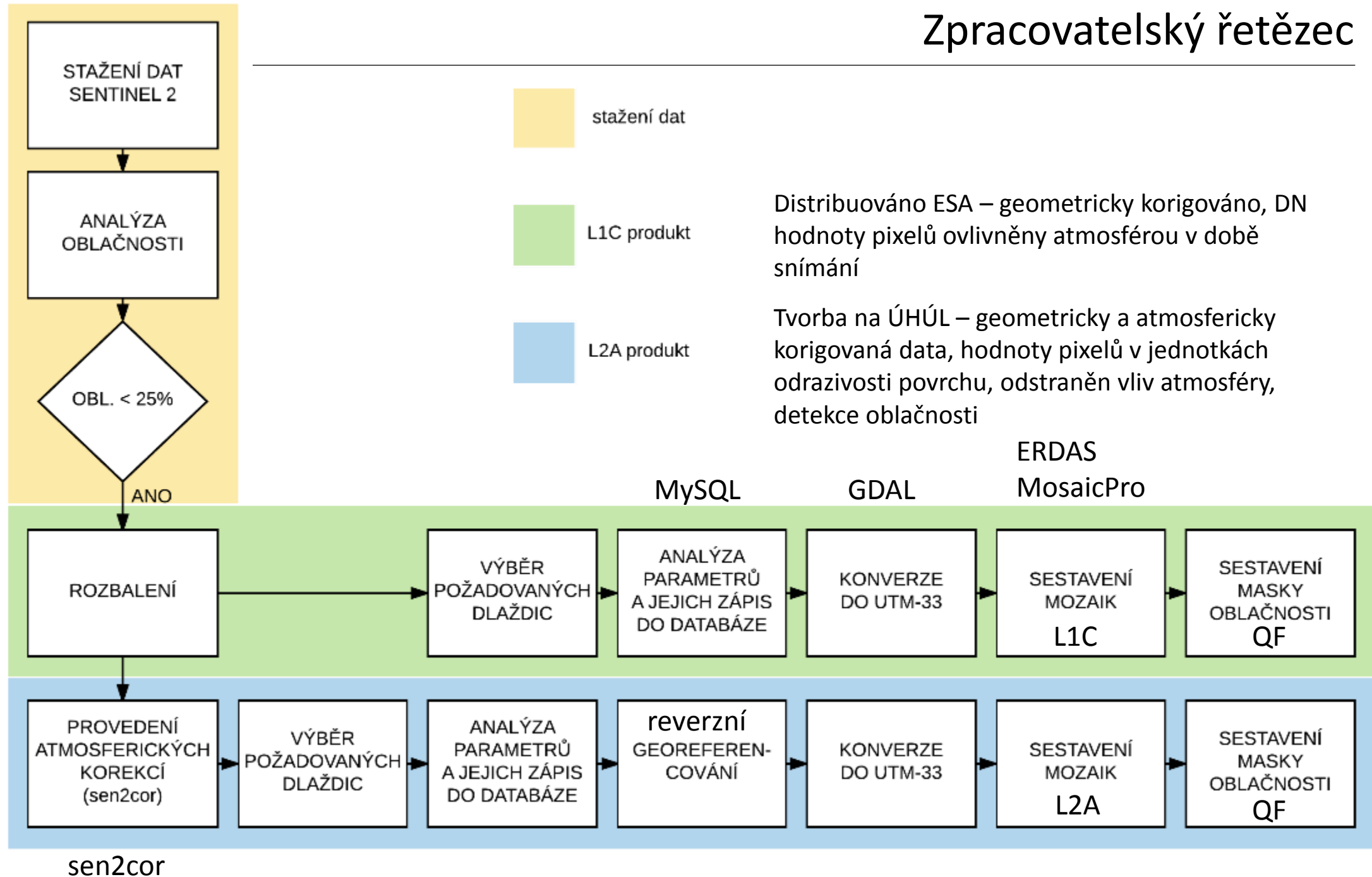
Display 1 to 25 of 127 products. [Select All](#)

Order By: Ingestion Date ↓

Request Done: (footprint:"Intersects(POLYGON((16.60342270061404 49.32102549576075,17.950897073963798 49.32102549576075,17.950897073963798 49.81871724388782,16.60342270061404 49.81871724388782,16.60342270061404 49.32102549576075,16.60342270061404 49.81871724388782)))")

	S2A MSI S2A_OPER_PRD_MSIL1C_PDMC_20161030T171801_R079_V20161030T095132... Download URL: https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products/'92196269-f91-4... Mission: Sentinel-2; Instrument: MSI; Sensing Date: 2016-10-30T09:51:32.000Z; Size: ...
	S2A MSI S2A_OPER_PRD_MSIL1C_PDMC_20161030T172415_R079_V20161030T095132... Download URL: https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products/'e6ae5ff0-7b1b-4... Mission: Sentinel-2; Instrument: MSI; Sensing Date: 2016-10-30T09:51:32.000Z; Size: ...
	S2A MSI S2A_OPER_PRD_MSIL1C_PDMC_20161030T171704_R079_V20161030T095132... Download URL: https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products/'75174085-f7fa-4... Mission: Sentinel-2; Instrument: MSI; Sensing Date: 2016-10-30T09:51:32.000Z; Size: ...
	S2A MSI S2A_OPER_PRD_MSIL1C_PDMC_20161030T171718_R079_V20161030T095132... Download URL: https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products/'5320b5a4-dc88-4... Mission: Sentinel-2; Instrument: MSI; Sensing Date: 2016-10-30T09:51:32.000Z; Size: ...
	S2A MSI S2A_OPER_PRD_MSIL1C_PDMC_20161024T014302_R122_V20161023T100052... Download URL: https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products/'b60c1a7e-2c7c-4... Mission: Sentinel-2; Instrument: MSI; Sensing Date: 2016-10-23T10:00:52.000Z; Size: ...





Statistika Sentinel-2 archivu na ÚHÚL



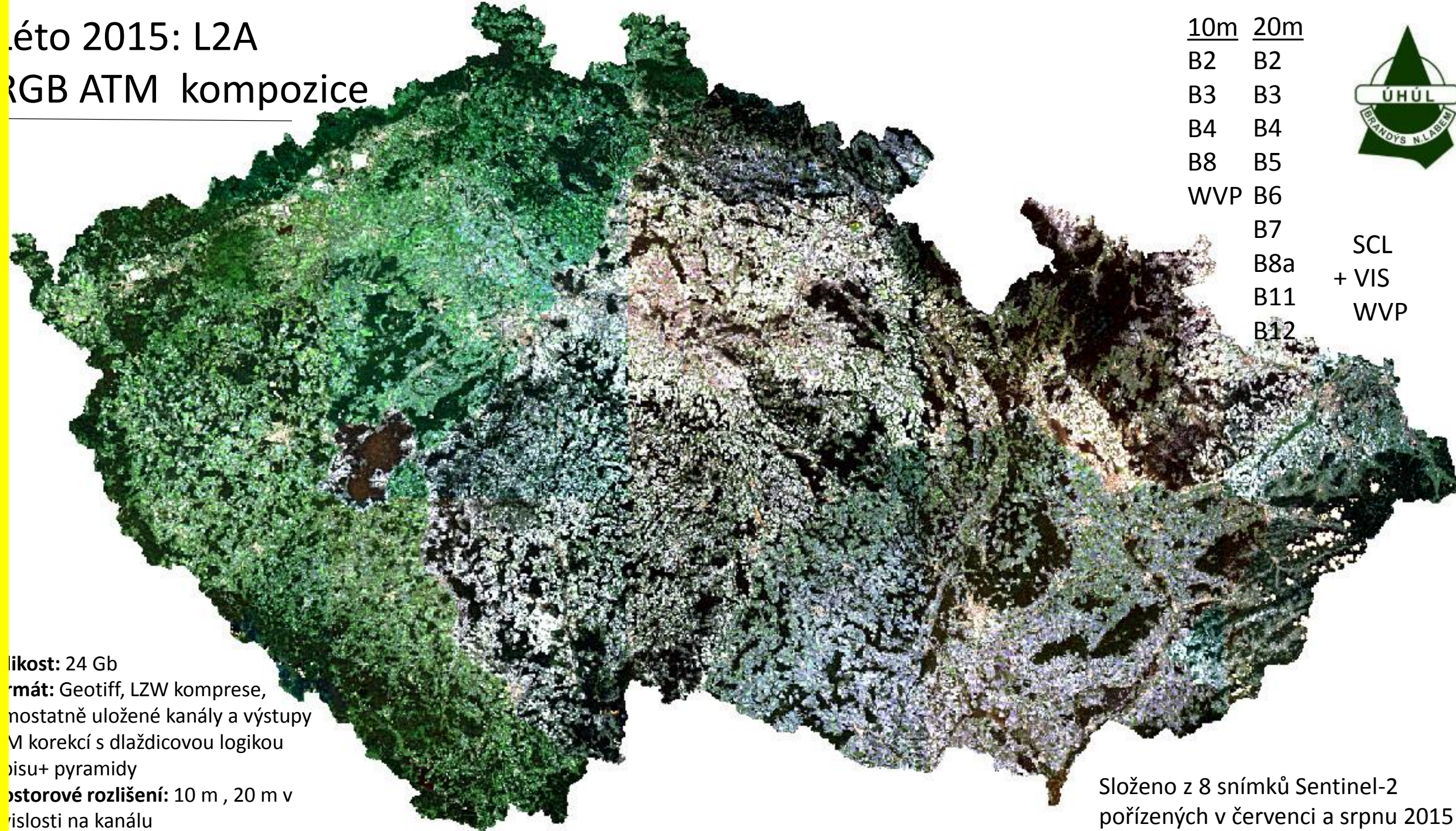
Rok	Měsíc	Průměrná oblačnost [%]	Celkový počet scén (staženo)	Počet s obl. < 25% (zpracováno)	Podíl kvalitních snímků [%]
2015	Červenec	18.88	13	10	76.92
	Srpen	22.57	33	26	78.79
	Září	29.18	14	8	57.14
	Říjen	46.41	4	2	50.00
	Prosinec	60.48	7	0	0.00
2016	Leden	62.70	8	1	12.50
	Únor	87.29	8	0	0.00
	Březen	52.00	15	6	40.00
	Duben	56.93	10	3	30.00
	Květen	53.20	17	6	35.29
	Červen	45.15	15	5	33.33
	Červenec	50.25	13	3	23.08
	Srpen	30.20	16	9	56.25
	Září	57.65	12	2	16.67
Velikost			1.1 Tb	980 Gb	

Celkově staženo (07/2015 – 10/2016)

Výstup procesního řetězce – data pro mozaikování (07/2015 – 10/2016)

léto 2015: L2A

RGB ATM kompozice



<u>10m</u>	<u>20m</u>
B2	B2
B3	B3
B4	B4
B8	B5
WVP	B6
	B7
	B8a
	B11
	B12

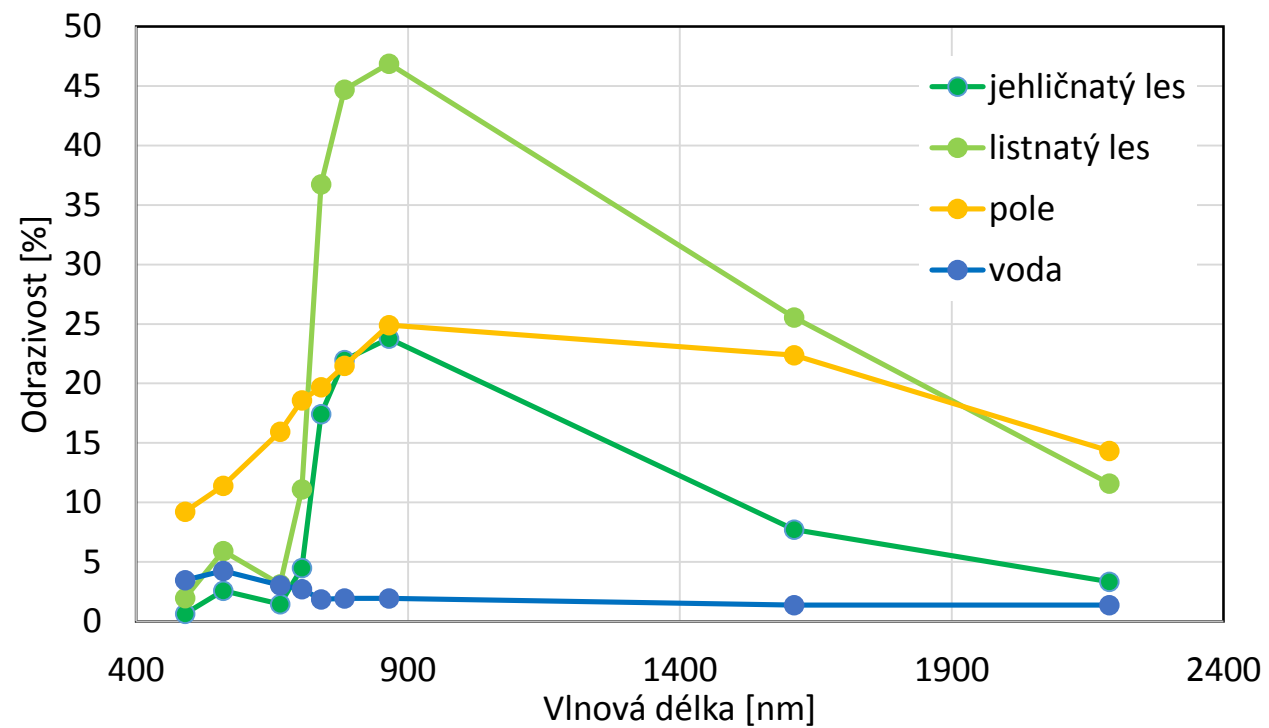


SCL
+ VIS
WVP

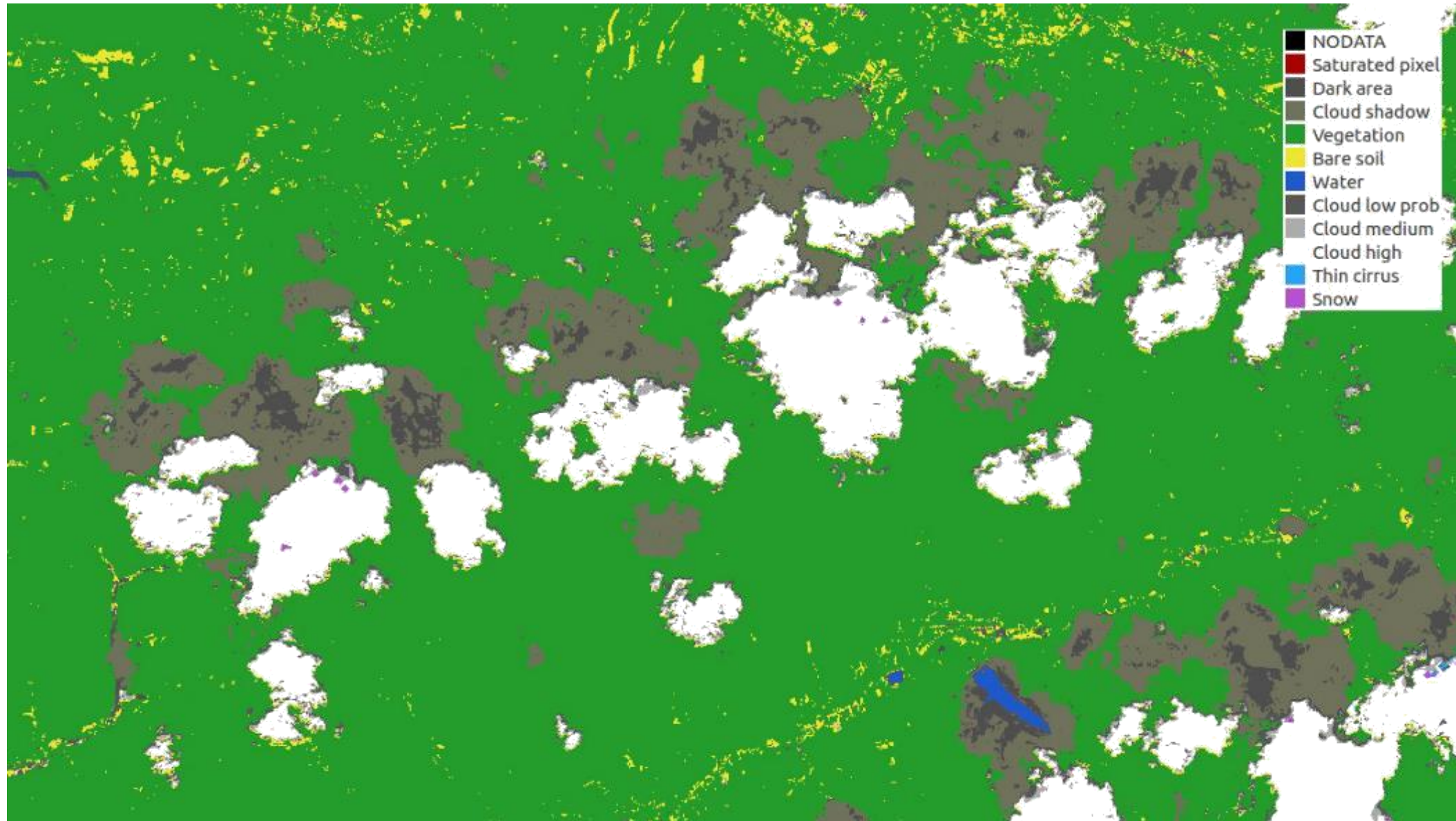
Velikost: 24 Gb
Formát: Geotiff, LZW komprese,
nezatčené uložené kanály a výstupy
s 16-bitovou korekcí s dlaždicovou logikou
a pyramidy
Prostorové rozlišení: 10 m , 20 m v
závislosti na kanálu

Složeno z 8 snímků Sentinel-2
pořízených v červenci a srpnu 2015

Léto 2015: Odrazivost povrchu



Maska oblačnosti

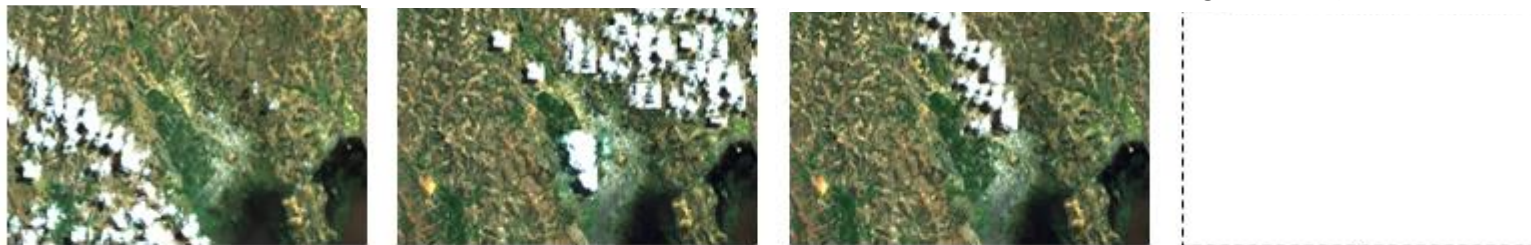


Vize do budoucna: L3 produkty Sentinel-2



Zvolený časový interval

L1C produkt v čase t_1 L1C produkt v čase t_2 L1C produkt v čase t_3 L1C produkt v čase t_x



L3 Algorithm
Spatio-temporal
synthesis



L3 produkt (syntéza L1C)

Dle uživatelského manuálu software
Sen2Three

Rekapitulace : Data Sentinel-2 a jejich zpracování



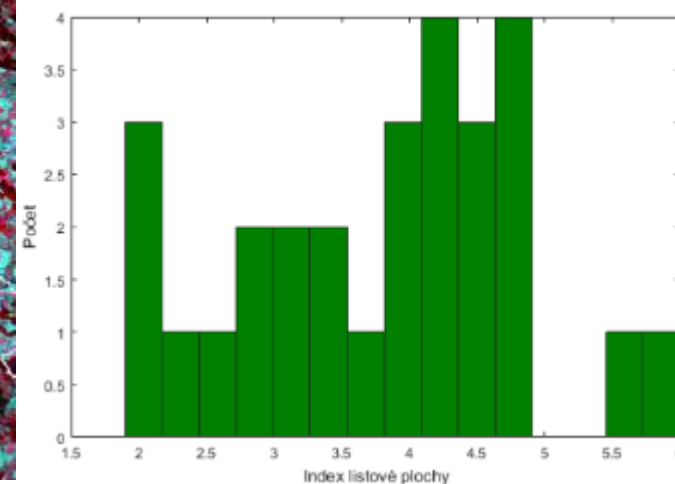
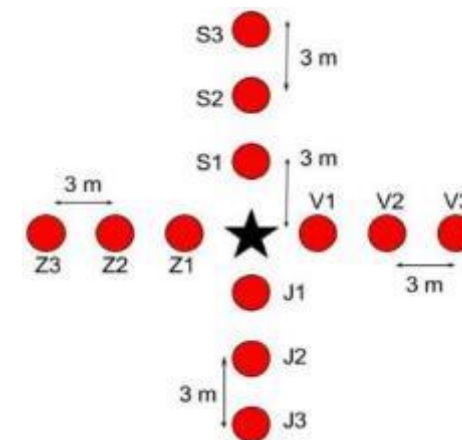
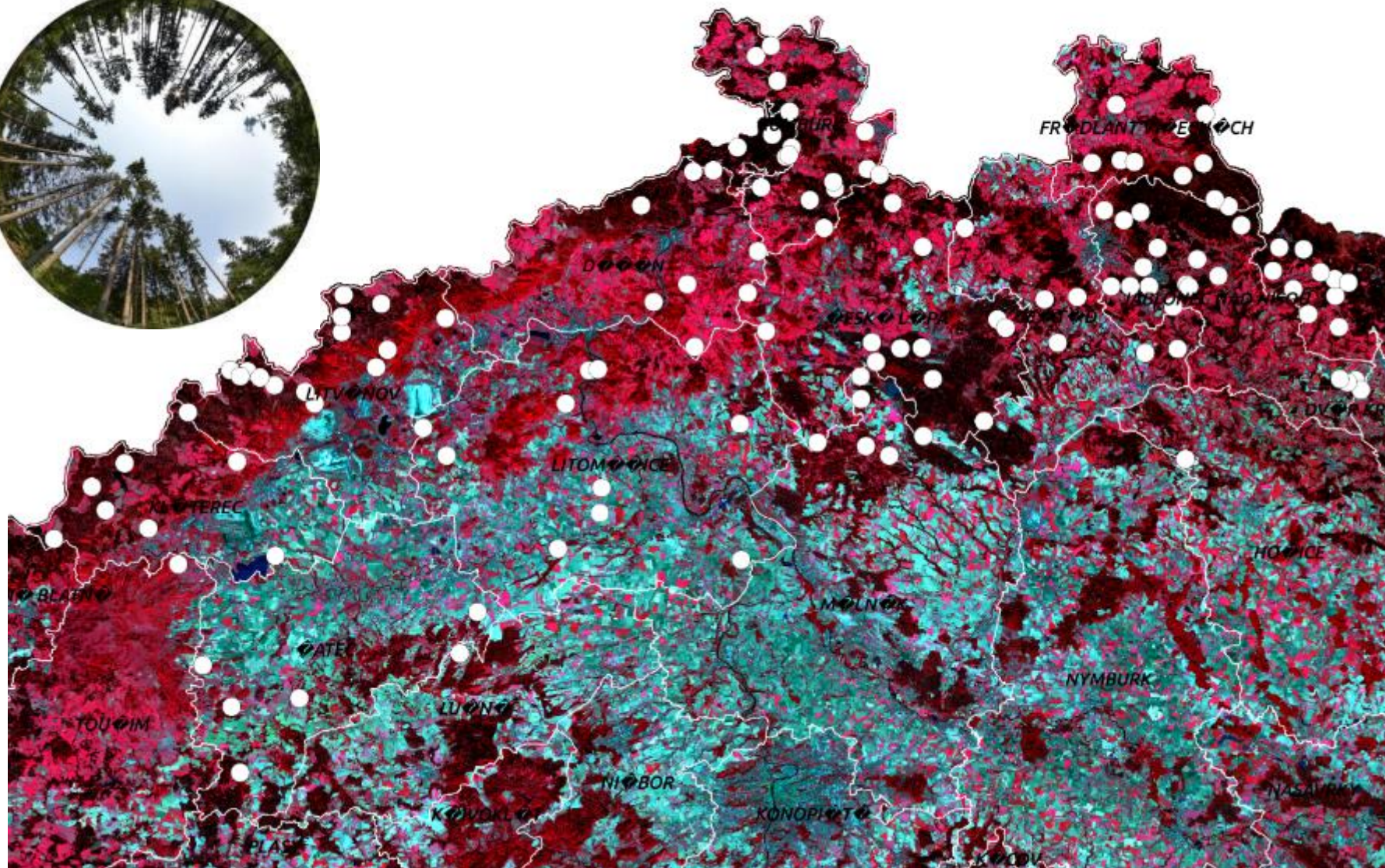
Sentinel-2 nabídne unikátní data ve vysokém prostorovém a spektrálním rozlišení

Speciální kanály pro získání kvantitativních parametrů vegetace a precizní atmosferické korekce

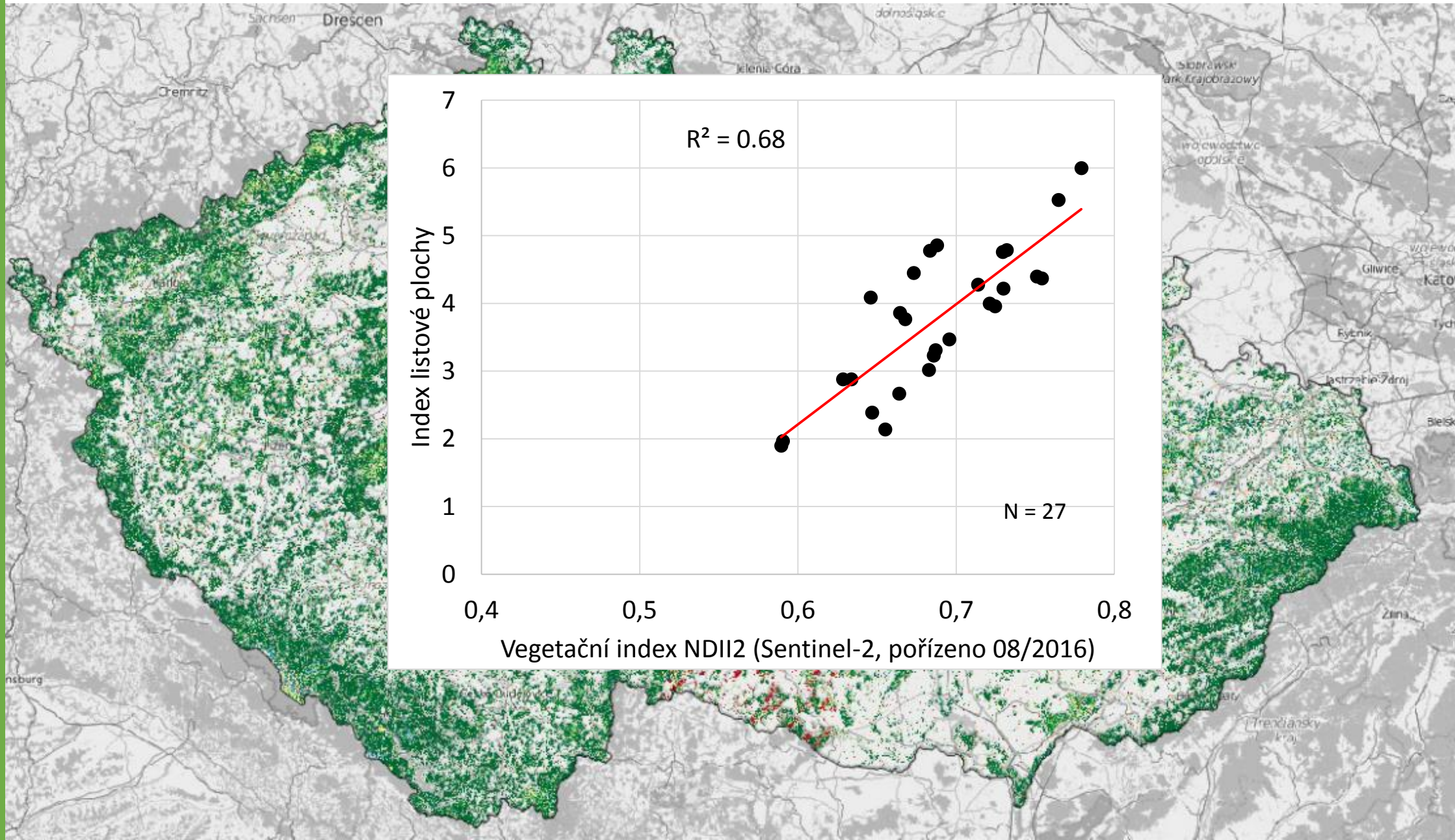
Distribuce přes portál Sci-hub, na ÚHÚL vlastní semi-automatizovaný zpracovatelský řetězec

Pozemní data pro validaci metodiky : hemisferické fotografie

Schéma pořízení hemisferických fotografií v síti NIL-2

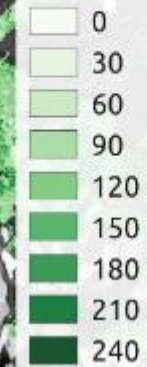


Předběžná validace Sentinel-2 produktu



Množství chlorofylu v porostu

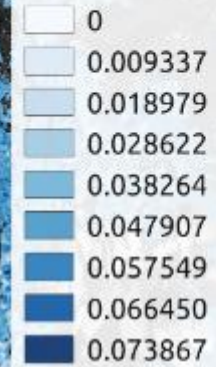
Chlorofyly ($\mu\text{g.cm}^{-2} \cdot \text{LAI}$)



0 2.5 5 7.5 10 km

Množství vody v porostu

Množství vody v porostu (cm-1)



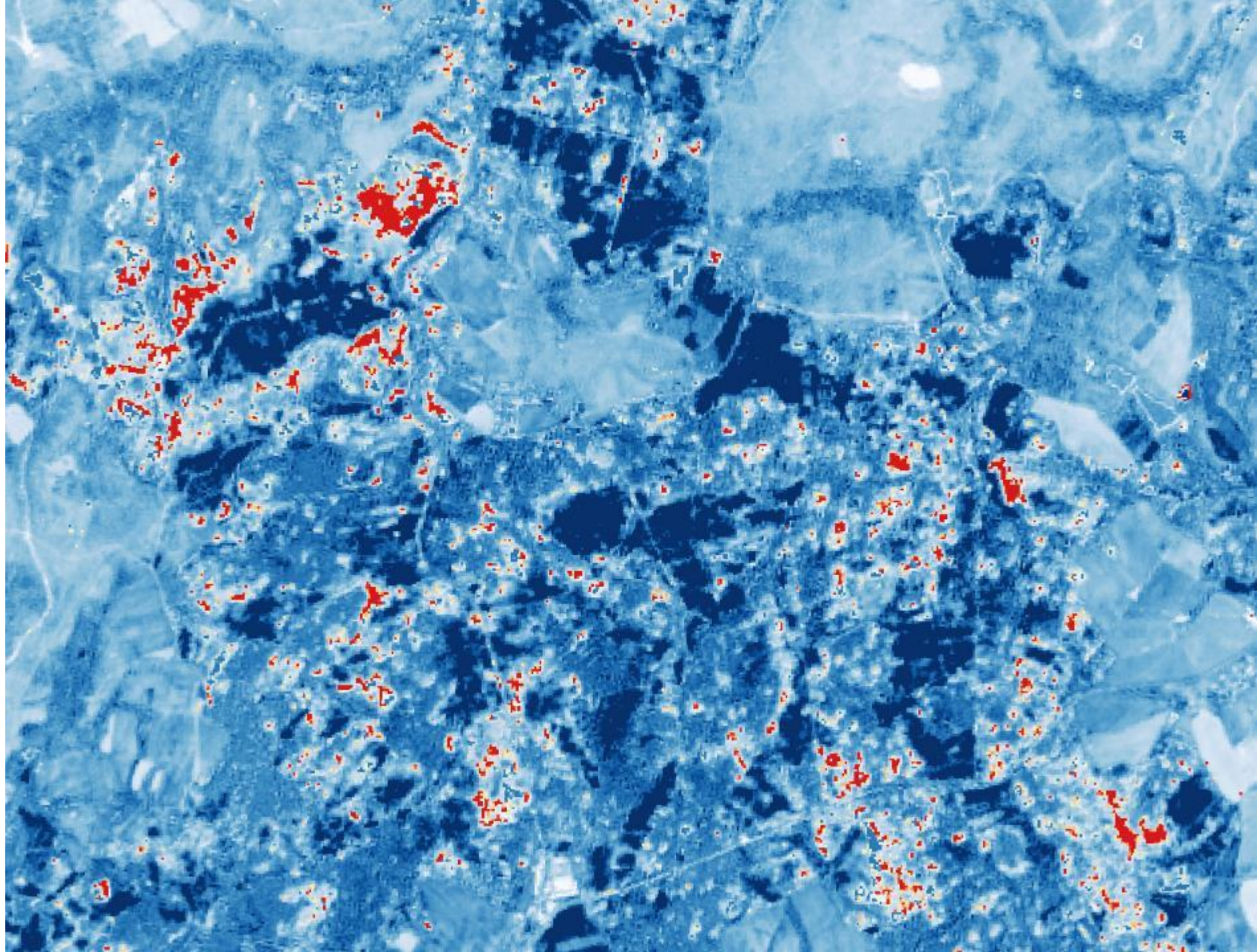
0 2.5 5 7.5 10 km

Index listové plochy

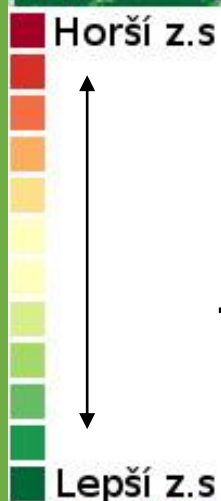
Index listové plochy



0 2.5 5 7.5 10 km



Ukázka možného mapového výstupu



Změna indexu v čase
(volitený počáteční a
koncový rok analýzy)

Hansen forest
change data:
těžba a obnova
2000 - 2015

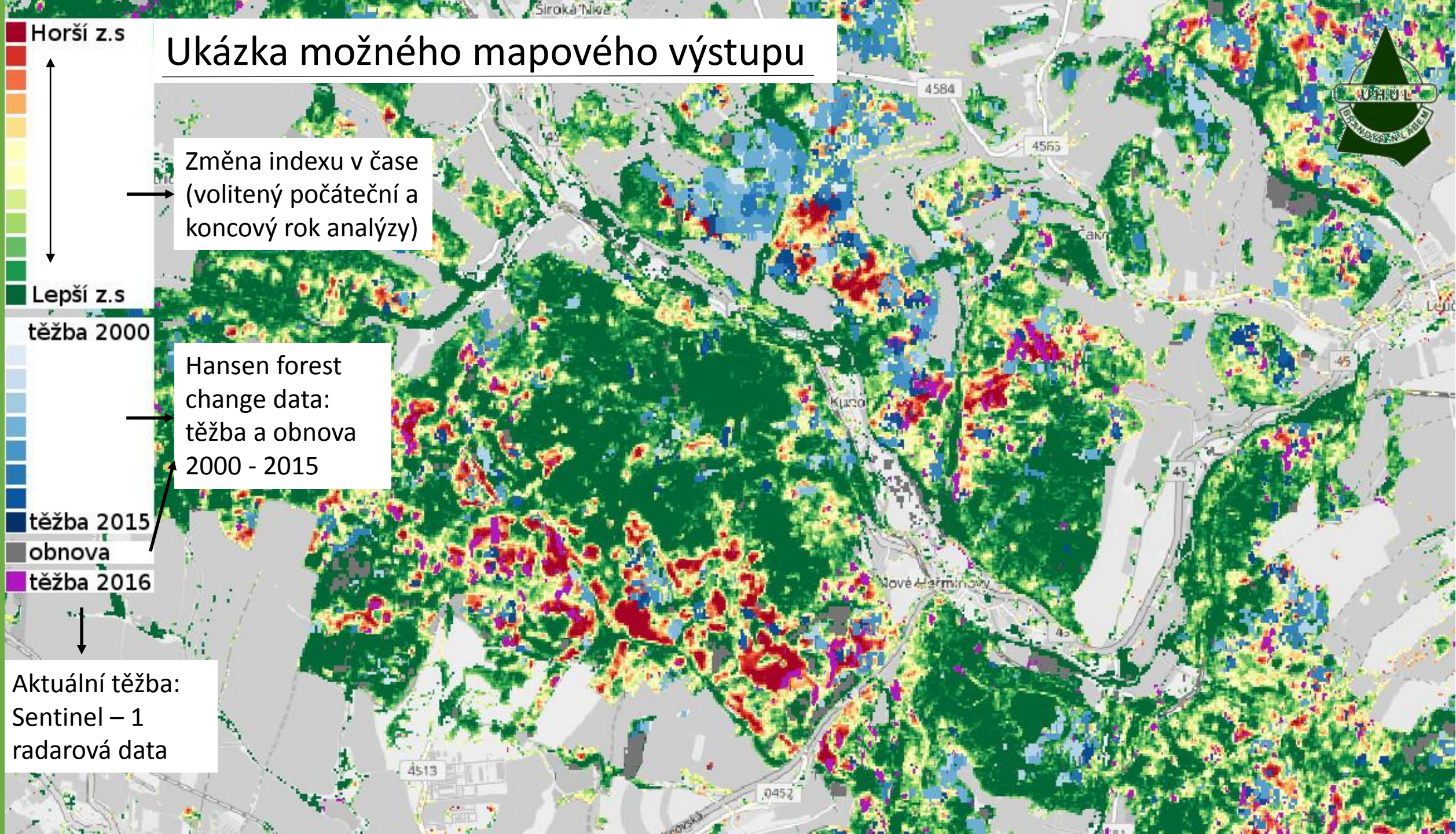
těžba 2000

těžba 2015

obnova

těžba 2016

Aktuální těžba:
Sentinel – 1
radarová data



- Vyvinut procesní řetězec Sentinel-2 snímků, založeno na opensource technologiích, mozaikování v Erdas MosaicPro
- Dva produkty
 - bezešvá mozaika ČR L1C (geometricky korigováno)
 - bezešvá mozaika ČR L2A (geometricky a atmosfericky korigováno)
 - dostupné pro léto 2015, jaro 2016 a léto 2016
- Vývoj nového produktu hodnocení zdravotního stavu lesů ve vysokém prostorovém rozlišení, kombinace Sentinel-2 dat a dalších podpůrných datasetů (např. Hansen Forest Change, Sentienl-1 dat)
- Problémy
 - **ESA:** distribuce dat, omezení délky souborů na OS Windows, získání parametrů pro atm.korekce per dlaždice – mění se v rámci scény
 - **ÚHÚL:** značné nároky na hardware – úložná kapacita, RAM, rychlost procesoru (atm. korekce)
 - **Příroda:** oblačnost